



realidad
económica

Nº 308, AÑO 46 / 30 de junio de 2017

ISSN 0325-1926

Páginas 117 a 137

ENERGÍA

El consumo de gas natural por red en el sector residencial

Análisis territorial y temporal

Pedro Chévez* - Carlos Discoli** - Irene Martini***

* Arquitecto UNLP, Esp. en Energías Renovables UNSa. Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC) Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata. chevezpedro@gmail.com

** Ingeniero UTN La Plata, Dr. en Ciencias UNSa, Investigador Principal CONICET. IIPAC UNLP discoli@rocketmail.com

** Arquitecta UNLP, Dra en Ciencias UNSa, Investigadora Adjunta CONICET. Docente UNLP. IIPAC UNLP irenemartini@conicet.gov.ar

RECEPCIÓN DEL ARTÍCULO: noviembre de 2016.

ACEPTACIÓN: enero de 2017.

Resumen En el presente trabajo se plantea un análisis cuantitativo de datos referentes al consumo de gas natural por red en el sector residencial de la Argentina, a los efectos de elaborar un diagnóstico que considere tanto las diferencias territoriales respecto del uso de la energía, como así también la evolución que ha tenido la demanda por usuario durante los últimos años. En consecuencia, se utilizan datos de consumo promedio por usuario de gas natural de cada una de las provincias, como así también datos climáticos, para comprender la interacción entre ambas variables y obtener conclusiones acerca de los comportamientos diferenciados que se observan en las distintas regiones del país. Asimismo se estudia la trayectoria del consumo por usuario en los últimos años analizando sus vínculos con la variación en las tarifas y el salario real. Los resultados más destacados indican que la demanda de gas natural por cada grado día es superior en las provincias más frías y que la serie temporal analizada muestra una demanda inelástica respecto de los cambios tarifarios y el nivel de ingreso.

Palabras clave: Energía - Vivienda - Gas - Hábitat.

Abstract *Natural gas consumption in the Argentinian residential sector
Temporary and territorial analysis.*

In this paper a quantitative analysis of residential natural gas consumption in the residential sector of Argentina is performed, for the purpose of making a diagnosis that considers both the territorial differences regarding the use of energy, as well the evolution experienced user demand in recent years. Accordingly, natural gas average consumption per user and climate data for each one of the provinces were used to perform the analysis to understand the interaction between the two variables and draw conclusions about the different behaviors observed in different regions of country. The trajectory of consumption per user is also studied in recent years, and it was analyzed its links with the variation in rates and real salary. The salient findings indicates, first, that the natural gas demand per degree day is higher in the colder provinces and, second, that the time series sample analyzed showed an inelastic demand respect of tariff changes and income level.

Keywords: Energy - Household - Gas - Habitat

Introducción

En general se puede detectar que la gran mayoría de las investigaciones que analizan la problemática energética nacional lo hacen desde el punto de vista de la oferta y no desde la demanda. Diversos trabajos focalizan sus esfuerzos en el desarrollo de temáticas ligadas con el sector hidrocarburífero (Sabatella, 2013; Barrera, 2013; Kozulj y Bravo, 1993), al sector eléctrico (Furlán, 2014; Basualdo, 2002; Azpiazu, 2008) o a la inserción de las energías renovables (Rotaèche, 2014; Garrido, 2016), entre otros ejemplos. Sin embargo, el abordaje de la problemática energética necesariamente debe incorporar la dimensión de la demanda, considerando diferencias territoriales.

Los estudios que abordan el análisis desde el punto de vista de la demanda, en general se restringen a ciudades o regiones del país. Algunos ejemplos son los trabajos del IDEHAB¹ para la región metropolitana de Buenos Aires en la década de los ochenta como Audibaires (IAS, 1983), o en la década de los noventa como URE-AM (Rosenfeld, 1999) y en la actualidad en el IIPAC el proyecto de investigación titulado “Construcción de escenarios urbanos orientados al mejoramiento energético de los sectores residencial y transporte” que adopta como caso de estudio a la ciudad de La Plata (Martini, 2013). Otros ejemplos son los trabajos desarrollados para determinar los consumos energéticos a partir de encuestas en las ciudades de Bariloche (González *et al.*, 2006; González, 2008) y de la ciudad de Mar del Plata (Jacob *et al.*, 2012; 2013). Asimismo se encuentran publicaciones que realizan diagnósticos del parque edilicio y sus consecuentes consumos energéticos en ciudades como Santa Rosa o Comodoro Rivadavia (Filippín, 2005; Vagge, *et al.* 2008; Mercado, Esteves y Filippín, 2008).

¹ Instituto de Estudios del Hábitat de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de La Plata, del cual la Unidad de Investigación N°2 es el actual Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC).

Si bien no es frecuente encontrar un abordaje integral desde la demanda que relacione y analice las diferencias territoriales en el consumo de energía en nuestro país, se encuentran algunos ejemplos de los cuales podemos mencionar los trabajos realizados en la 2da Comunicación Nacional de la República Argentina de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Carlino coord., 2007); el trabajo de Fundación Bariloche (2007) donde se obtuvo un consumo medio residencial y se construyeron escenarios futuros; y el trabajo de Tanides coord. (2013) basado sobre la construcción de escenarios al año 2030. De los casos mencionados, en el trabajo realizado por el IDEHAB (2005) para la Comunicación de Cambio Climático previamente mencionado, se realizó un abordaje territorial específico que permitió cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero considerando consumos diferenciados en el país, los cuales dependen del clima. También podemos destacar el trabajo de Margulis (2014), quien elabora un modelo que pondera la incidencia de las distintas variables que configuran el consumo eléctrico y en el cual tiene en cuenta las regiones geográficas argentinas. Por otro lado, se encuentra el trabajo de Gil y Prieto (2013), donde se analizan diferencias entre usuarios de la Patagonia, la región Centro-Norte y la ciudad de Bahía Blanca, adjudicándole únicamente a las tarifas energéticas la responsabilidad de las variaciones.

En el nivel internacional podemos mencionar trabajos de países que realizan sus balances de energía útil para el sector residencial a partir de encuestas en todo el territorio. Algunos ejemplos son la República Dominicana (Fundación Bariloche, 2008a), la República Oriental del Uruguay (Fundación Bariloche, 2008b), España (IDEA, 2016) o Estados Unidos con su encuesta energética residencial realizada desde 1979 hasta 2009, y aportes más actuales con análisis por estados tales como State Energy Data System (U.S. Energy Information Agency, 2015; 2016) entre otros ejemplos.

En efecto, debido a la escasa cantidad de estudios nacionales actuales que afronten la temática de la demanda energética desde un abordaje territorial y temporal, es que este trabajo tiene como objetivo comprender la interacción entre el consumo de gas natural por red y el clima en las distintas regiones del país. A su vez pretende comprender la trayectoria de la demanda por usuario de dicho recurso energético, analizando sus vínculos con la variación en las tarifas y el salario real.

1. Herramientas para la elaboración de un diagnóstico de la demanda de energía residencial en la Argentina

Se propone en este trabajo, en primer lugar, analizar la demanda residencial de gas por usuario en las diferentes provincias del país, para ello se utiliza el consumo promedio por usuario, adoptando la media del período 1993-2009 (ENARGAS, 2016a) e información climática de la ciudad más poblada de cada una de las provincias², más precisamente los Grados Día de calefacción en base 20° que son promedios del período 1980/2009 (IRAM, 2012). Los grados día de calefacción (heating degree days) son un indicador de la rigurosidad climática de invierno, y se obtienen a partir de la suma de las diferencias de temperaturas, entre una temperatura base (18°C, 20°C o 22°C) y la media diaria de un sitio, para los días en que la media diaria es menor que la temperatura base en un periodo establecido (IRAM, 2002). Cabe destacar que el uso de ambas series temporales permite desestimar variaciones ocasionadas por años con climas particulares y que si bien una de ellas responde a un período más corto respecto de otra (1993/2009 y 1980/2009), los resultados obtenidos presentan un alto grado de correlación. Asimismo, es necesario mencionar que no es posible compatibilizar la duración de ambas series dado que, en el caso de la información del consumo de gas, la misma está disponible desde 1993 (luego de que el sistema fuera privatizado), mientras que en el caso de la información climática, no es posible acceder a los valores anuales que generaron los promedios de la serie utilizada.

En segunda instancia, se analiza la trayectoria del consumo promedio por usuario de gas natural por red de los últimos años en el nivel nacional para intentar comprender de qué manera varió el comportamiento y de esta manera inferir los principales movilizadores en los cambios de tendencias.

En tercer lugar, se busca analizar la incidencia de la tarifa y el salario real en la demanda por usuario, para el caso particular de la ciudad de La Plata.

Por lo tanto, las etapas y las herramientas propuestas para la elaboración de un diagnóstico a nivel nacional son las que se aprecian a continuación:

² Se adoptó el criterio de considerar la condición climática de la ciudad más poblada de cada provincia para la extrapolación debido a que probablemente en dicha ciudad se encuentre la mayor cantidad de usuarios con servicio de gas por red y en consecuencia determinen en buena medida el promedio provincial. De otra manera se necesitaría el consumo promedio por ciudad, información que no está disponible.

Consumo promedio anual de gas residencial por usuario (1993-2009)

Figura 1. Consumo promedio de gas residencial por usuario por provincia m³/año



Fuente: elaboración propia sobre la serie 1993-2009 publicada en ENARGAS, 2016a.

Figura 2. Consumo promedio de gas residencial por usuario por provincia.



Fuente: elaboración propia (ENARGAS; 2016a)

- i. Detectar la incidencia climática en la determinación de las variaciones de consumo por usuario en cada una de las provincias a partir del ensayo de una regresión matemática.
- ii. Analizar la evolución de la demanda por usuario en la escala nacional en una serie temporal de largo alcance identificando los puntos de inflexión en el consumo.

- iii. Examinar la distribución de los tipos de usuario y la evolución de la demanda en función de la tarifa y el salario real. En esta etapa se debe adoptar una ciudad como caso de estudio para contar con los datos necesarios.

2. Diagnóstico territorial y temporal del consumo residencial de gas natural por red

A continuación se desarrollan las etapas propuestas y se aplican las herramientas específicas para cada caso.

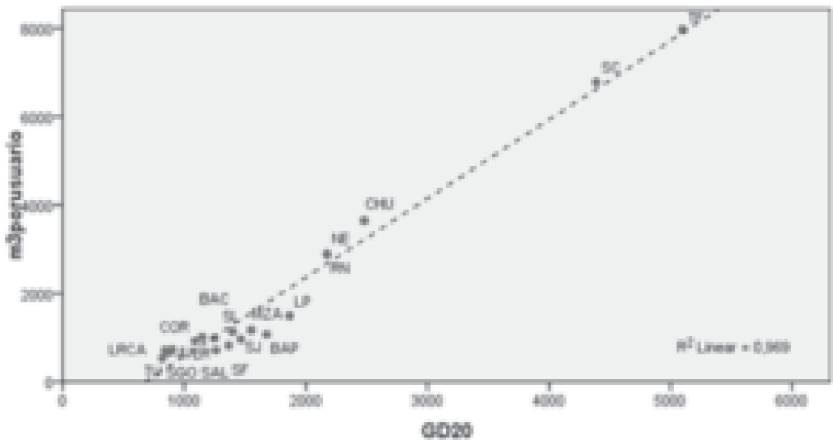
2.1. Variaciones territoriales del consumo de gas natural por usuario

El consumo de gas natural demuestra una clara incidencia del factor climático y en consecuencia una relación directa con la ubicación geográfica. Es posible detectar que los consumos se incrementan proporcionalmente a medida que las provincias se ubican en latitudes más australes, por lo tanto, las provincias con mayor demanda por usuario son las patagónicas. En las **figuras 1 y 2** se aprecia dicha tendencia de consumo.

Para analizar estos patrones e intentar obtener mayores precisiones acerca del consumo de gas natural, se realizó un gráfico de dispersión con el consumo promedio anual por usuario para cada provincia (ENARGAS, 2016a) y los grados día de calefacción sobre 20°C (GD20) de la ciudad más poblada (IRAM, 2012) que se exponen en la **figura 3**.

A partir de los datos del gráfico de dispersión, se realizaron regresiones matemáticas de distinto tipo (lineal, polinómica, exponencial, etc) y se encontró que la regresión lineal es la que mejor grado de ajuste logra. En consecuencia, se encontró que el consumo promedio por usuario es directamente proporcional a los grados día de calefacción. La **tabla 1** muestra los valores obtenidos de la regresión elaborada con el *software* SPSS.

Figura 3. Cruce entre el consumo promedio de gas por usuario de cada provincia y los grados día sobre base 20°C (GD20) de la ciudad más poblada.



Fuente: elaboración propia sobre ENARGAS (2016a) e IRAM (2012)

Tabla 1. Valores obtenidos del modelo de regresión lineal.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
GD20	1,783	,075	,985	23,854	,000
(Constante)	-1204,547	154,029		-7,820	,000

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
,985	,969	,968	371,994

Fuente: elaboración propia en base al software SPSS 17 y datos de ENARGAS (2016a) e IRAM (2012)

La Ecuación 1 expresa la curva de regresión:

$$f(x) = y = 1,783x - 1204,547 \tag{1}$$

Donde:

x = Grados Día de calefacción sobre Base 20°C

$f(x)=y= m^3$ anuales promedio por usuario por provincia

El ajuste de la curva de regresión resultó correcto ($R^2=0,968$) y el grado de significación de la variable GD20 resultó con un p-valor aceptable de $0,00<0,015$. Por otro lado, se observa que la función obtenida que describe el consumo de gas respecto de los grados día presenta un crecimiento lineal (Ec. 1), es decir que los consumos promedio por usuario están definidos directamente por la condición climática y en consecuencia los hábitos de uso se corresponden con dicha condición.

En la **figura 3** se puede detectar que en la parte superior derecha del gráfico se ubican Santa Cruz y Tierra del Fuego, las cuales registran altos consumos en función del clima riguroso producto de su ubicación geográfica; en una condición intermedia se encuentran las provincias de Chubut, Neuquén y Río Negro; por último, con necesidades inferiores en demanda de calefacción se ubican el resto de las provincias que cuentan con gas por red.

Con los datos utilizados se calculó el consumo específico de gas natural, analizando el consumo por cada grado día de calefacción ($m^3/GD20$). A partir de ello se encontró que la demanda no resulta constante a lo largo del territorio sino que se acrecienta a medida que la rigurosidad del clima es mayor. Por ejemplo, el consumo promedio de gas natural por usuario por grado día en Tucumán es de $0,77 m^3/GD20$, mientras que en Chubut es de $1,47 m^3/GD20$. A continuación se aprecia la **tabla 2** con los valores de m^3 de gas anuales por cada grado día en base 20°C ($m^3/GD20$) obtenidos para las distintas provincias, comparado con el consumo teórico surgido de la curva de regresión y la diferencia entre ambos.

A partir de la identificación del consumo de gas natural por cada grado día en los distintos puntos del país, es necesario explicitar algunos argumentos que permitan comprender las diferencias territoriales en los requerimientos específicos de energía calórica (m^3/GD). Si bien se pueden citar casos de sobreconsumos por usos desmedidos en provincias con climas fríos, en donde las tarifas energéticas suelen ser más baratas respecto de otras provincias, no es verosímil afirmar que este comportamiento sea generalizado ni que únicamente se produzca en zonas frías. Tampoco se puede afirmar que dicho factor determine por sí solo una mayor demanda de energía por cada grado día. En ese caso, se deberían verificar también este tipo de prácticas en el resto del territorio donde hay requerimientos de calefacción. Por tal motivo, es necesario considerar otras variables que expliquen este fenómeno.

A partir de los antecedentes y proyectos llevados a cabo en las décadas de los '80 y '90 en el país, focalizados en el estudio de la energía de uso residencial en la zona central (IAS, 1983; Rosenfeld et al., 1987a; 1989; 1992 e IDEHAB, 1987a; 1989) y patagónica sur del país (IDEHAB, 1987b y Rosenfeld et al., 1987b; 1988; 1990), podemos inferir y justificar los cam-

Tabla 2. m³ de gas anuales por usuario por provincia, grados día sobre base 20 de la ciudad más poblada de cada provincia y m³/GD20.

PROVINCIA	Estación	Sigla	m ³ medios por usua- rio	GD20 ciu- dad más poblada	m ³ anuales / GD20 [Consumo específico real]	m ³ anuales / GD20 [Consumo específico teórico]	Diferencia % [real/ teórico]
TIERRA DEL FUEGO	Ushuaia (Aero)	TF	7964,63	5104	1,56	1,55	0,87
SANTA CRUZ	Río Gallegos (Aero)	SC	6778,08	4388	1,54	1,51	2,40
CHUBUT	Trelew (Aero)	CHU	3645,18	2480	1,47	1,30	13,30
NEUQUEN	Neuquén (Aero)	NE	2897,81	2174	1,33	1,23	8,46
RIO NEGRO	Cipolletti	RN	2869,29	2175	1,32	1,23	7,32
ENTRE RIOS	Paraná (Aero)	ER	1012,57	1149	0,88	0,73	19,96
CATAMARCA	Catamarca (Aero)	CA	716,08	841	0,85	0,35	142,78
CORDOBA	Córdoba Obs.	COR	920,80	1088	0,85	0,68	25,22
SAN LUIS	San Luis (Aero)	SL	1140,59	1397	0,82	0,92	-11,33
LA RIOJA	La Rioja (Aero)	LR	732,37	901	0,81	0,45	82,21
LA PAMPA	Santa Rosa (Aero)	LP	1494,90	1865	0,80	1,14	-29,51
C.A.B.A.	Buenos Aires	BAC	980,34	1249	0,78	0,82	-4,12
TUCUMAN	Tucumán (Aero)	TU	657,95	850	0,77	0,37	111,56
JUJUY	Jujuy (Aero)	JU	673,36	885	0,76	0,42	80,33
MENDOZA	Mendoza (Aero)	MZA	1169,46	1551	0,75	1,01	-25,08
SAN JUAN	San Juan (Aero)	SJ	964,43	1465	0,66	0,96	-31,48
SGO. DEL ES-TERO	Sgo. del Estero (Aero)	SGO	532,90	820	0,65	0,31	106,94
BUENOS AIRES	La Plata (Aero)	BAP	1071,63	1678	0,64	1,07	-40,04
SANTA FE	Rosario (Aero)	SF	821,82	1365	0,60	0,90	-33,14
SALTA	Salta (Aero)	SAL	713,36	1262	0,57	0,83	-31,78

Fuente: elaboración propia sobre ENARGAS (2016a) e IRAM (2012)

bios de comportamiento en los requerimiento específicos de energía (m^3/GD) en las distintas provincias. Existen diferentes variables tecnológicas y de comportamiento, que conjugadas con situaciones climáticas extremas justifican mayores consumos y que no necesariamente significan sobreconsumos adjudicables a un mal uso del recurso energético. Entre las dimensiones y variables a tener en cuenta podemos mencionar la mayor permanencia en los hogares debido a las condiciones climáticas, ocasionando una mayor demanda de energía, como así también menores niveles de radiación solar y heliofanía³, minimizando el efecto de la ganancia directa en las viviendas. En cuanto a los aspectos tecnológicos, la edificación urbana en general no presenta diferencias constructivas significativas en las diferentes regiones y centros urbanos del país, la cual presenta, en general, una mala calidad térmica de su envolvente. Por lo tanto, una misma tecnología y tipología, expuesta a condiciones diferentes de temperatura (en este caso extremas), menor ganancia solar y predominancia de vientos fuertes, sufrirá mayores o menores pérdidas de calor por infiltraciones y disipación térmica según sea su localización. Por otra parte, la inercia térmica de los materiales también tiene una incidencia directa, dado que, por ejemplo, en los climas centrales más templados, la masa edilicia permite acumular calor y retardar el uso de la climatización ante la diferencia de pocos grados de temperatura exterior respecto de los niveles de confort. En situaciones extremas de temperatura, independientemente de la inercia térmica, la climatización en estos climas es prácticamente permanente. Otro elemento a considerar son los equipos de climatización presentes en las viviendas, dado que según el tipo de equipamiento (sistemas centrales o individuales) y la cantidad de espacios calefaccionados puede variar e incidir directamente en la demanda de gas natural, fundamentalmente en aquellos hogares con mayor permanencia de uso.

Es claro que la condición de temperatura, radiación solar, heliofanía y vientos es más desfavorable en la Patagonia respecto de otras regiones, un ejemplo de ello se analiza a continuación, donde se comparan dichas variables para dos ciudades con climas totalmente diferentes:

- Río Gallegos (Santa Cruz- consumo específico: $1,54 \text{ m}^3/\text{GD}$): la temperatura media del mes de julio es de $0,9^\circ\text{C}$, la radiación solar horizontal promedio del mes de julio es de $2,8 \text{ MJ/m}^2$, la heliofanía relativa⁴ de invierno es del 34% y el viento invernal promedio es de $17,7 \text{ km/h}$.
- San Juan (San Juan- consumo específico: $0,66 \text{ m}^3/\text{GD}$): la temperatura media del mes de julio es de $7,8^\circ\text{C}$, la radiación solar horizontal promedio del mes de julio es de $9,8 \text{ MJ/m}^2$, la heliofanía relativa de invierno es del 66% y el viento invernal promedio es de $7,3 \text{ km/h}$.

³ Heliofanía (sunshine hour): número de horas reales de insolación diaria. (IRAM, 2002)

⁴ Heliofanía relativa (relative sunshine hour): relación entre el número de horas reales de insolación (heliofanía) y el número máximo posible de insolación en cada fecha. (IRAM, 2002)

Por los valores expresados previamente, se puede afirmar que en San Juan se necesita menor cantidad de gas natural para poder cubrir un GD de calefacción, puesto que la mayor heliofanía y radiación solar permiten un mejor aprovechamiento de la ganancia solar directa y la consecuente calefacción pasiva de los ambientes, mientras que las pérdidas por infiltraciones y la disipación térmica sobre la superficie de la envolvente ocasionadas por el viento son menores respecto de la región patagónica. En definitiva, incrementar un grado de temperatura en una vivienda en un clima cálido requerirá menos esfuerzo que hacerlo en una vivienda situada en un clima frío.

Finalmente, para lograr una mayor comprensión acerca de las diferencias territoriales en el consumo específico de gas natural, es necesario considerar tanto variables climáticas, como variables que representen el equipamiento domiciliario y los hábitos de los usuarios. Estos aspectos, dada su complejidad, requieren de un análisis detallado el cual se está llevando a cabo para su publicación futura. En tanto, es fundamental que este tipo de estudios sean desarrollados desde organismos oficiales de gobierno, los cuales deben contar con esta información para poder direccionar políticas en materia de eficiencia energética contemplando las particularidades de cada región.

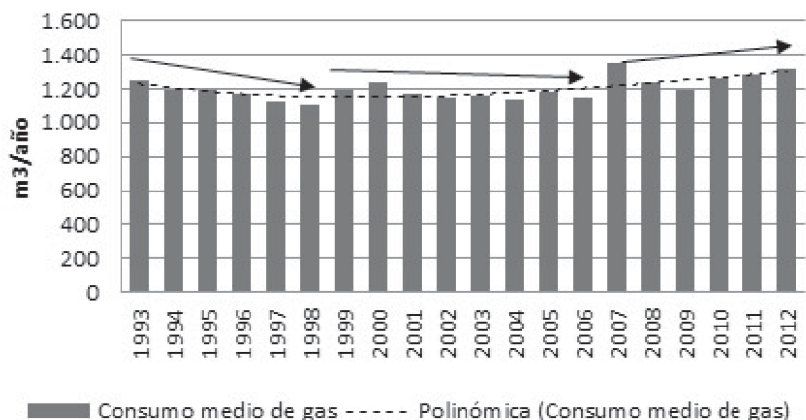
2.2. Evolución de la demanda de gas natural por usuario en Argentina

Si se analiza la evolución del consumo promedio nacional de gas por usuario entre 1993 y 2012 (**figura 4**), se puede apreciar que para el primer año de la serie el consumo promedio por medidor era de 1.246 m³/año por usuario, mientras que para el último año de la serie el consumo fue de 1.312 m³/año por usuario. Esto redunda en un incremento del 5,29 %. En tanto, se observan años particulares con consumos superiores a los esperados, por ejemplo en el año 2000 se registró una media de 1.233 m³/año-usuario, cuyo incremento se debe a la presencia del fenómeno de “La Niña” el cual determinó bajas temperaturas en el territorio nacional. En 2007 se registraron unos 1.348 m³/año-usuario (en dicho año se registró un frente polar en todo el país con el que se registraron nevadas inusuales en diferentes ciudades y regiones de la Argentina).

A su vez, si se analiza la curva de tendencia que atraviesa la serie de diecinueve años, se observa que la misma tiene pendiente negativa en la década de los noventa y luego pasa a tener pendiente positiva en el tramo final de la serie, sin embargo las diferencias en el consumo no representan valores elevados. Para el análisis del período, se puede dividir la serie en tres etapas:

- i. A partir de 1993 el servicio fue privatizado y se incrementaron las tarifas respecto del período de gestión estatal, lo cual podría explicar en cierta medida la merma en el consumo promedio de los usuarios que se observa hasta el año 1998, lo cual no necesaria-

Figura 4. Evolución del consumo promedio residencial de gas por usuario en la Argentina entre 1993 y 2012.



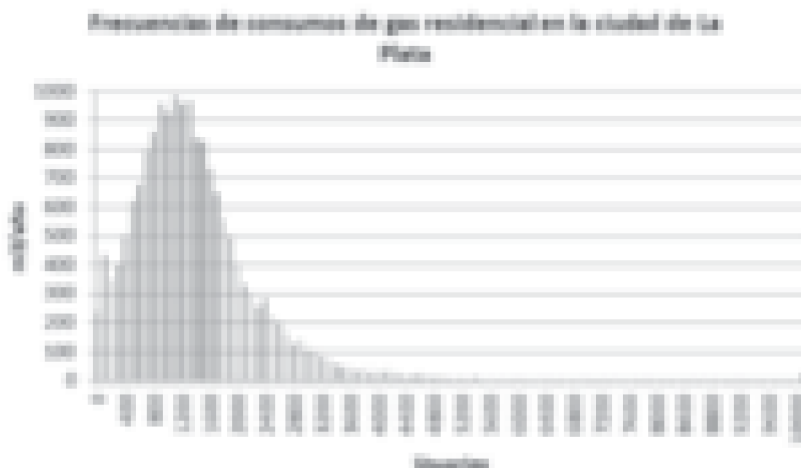
Fuente: elaboración propia sobre ENARGAS (2016a)

mente significa que el consumo se haya vuelto eficiente, sino que también se podría tratar de la insatisfacción de los requerimientos.

- ii. Por otra parte, a partir de los años 1999-2000 el consumo volvió a incrementarse debido a la presencia del fenómeno de la Niña que fue muy prolongado (entre 1998 y 2000), lo cual trajo aparejado bajas temperaturas y períodos secos. Posteriormente, el consumo adoptó una tendencia descendiente hasta el año 2006. En este período también ocurrió la crisis económico-social del año 2001, el congelamiento tarifario y la posterior recuperación económica del país.
- iii. Luego, a partir del año 2007 el consumo volvió a incrementarse (año de bajas temperaturas) hasta alcanzar valores similares a los del comienzo del período.

En conclusión, en el nivel nacional se observa que el consumo promedio de gas natural por usuario acompañó en cierta manera la coyuntura del país, pero con cambios no muy pronunciados, es decir que se trata de una demanda inelástica. No se observa un crecimiento excesivo en el uso de gas natural residencial en la serie, sino que se mantiene dentro de valores que oscilan entre los 1.100 y 1.350 m³ anuales por usuario (oscilando en -8 % y +12 % respecto de la media del período que fue de 1.201 m³ al año), dado que en este vector energético no ha habido un gran recambio tecnológico, ni una saturación significativa del equipamiento de climatización.

Figura 5. Frecuencias de consumo de gas natural en la ciudad de La Plata. El histograma fue realizado sobre una muestra de 17.118 medidores con datos del año 2014.



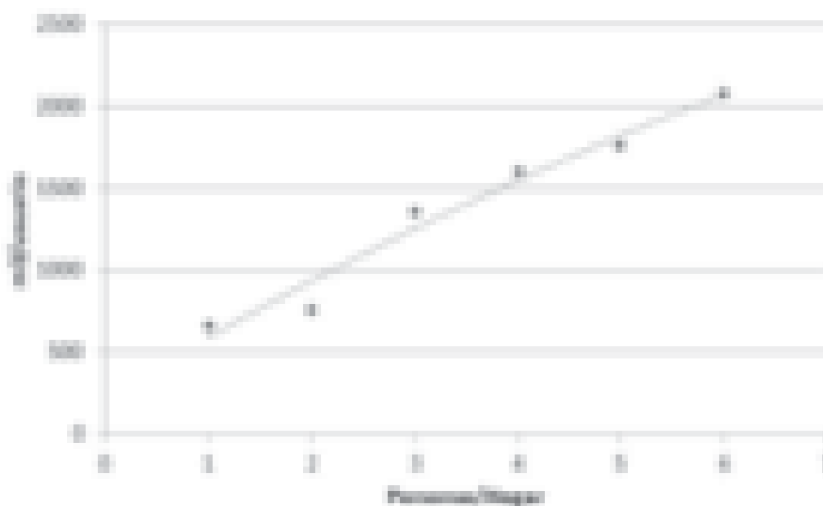
Como consideración final, hay que destacar que las etapas de descenso de consumo promedio por usuario no representan necesariamente mejoras en la eficiencia energética sino que se podría tratar de reducción en la calidad de vida de los usuarios. Por lo cual, para reconocer sobreconsumos se necesitaría conocer el estado general de las condiciones de confort interior de los hogares. Un ejemplo de ello han sido las auditorías energéticas residenciales llevadas a cabo en la década de los '80 y '90 (IAS, 1983 e IDEHAB, 1987b) donde se detectaron infraconsumos y/o hacinamiento térmico⁵ en las viviendas.

2.3. Análisis de los usuarios de gas natural en la ciudad de La Plata y su trayectoria

A los efectos de precisar los comportamientos de los usuarios se realizó como ejemplo un estudio localizado en la ciudad de La Plata. Para tal fin se llevó a cabo un análisis de la distribución del consumo por usuario. La información suministrada por Camuzzi S.A. (2016) permitió construir un histograma de frecuencias de consumos de gas natural para 17.118 medidores residenciales de la ciudad de La Plata (**figura 5**). Allí es posible divisar que un 66,29 % de los usuarios demandan entre 500 m³/año y 1800 m³/año. En tanto, un 11,22 %

⁵ El hacinamiento térmico es un concepto que identifica hogares donde sus habitantes se concentran en unos pocos espacios que cuentan con calefacción y no utilizan el resto de la vivienda, generándose así situaciones de hacinamiento.

Figura 6. Consumo promedio de gas natural según cantidad de personas por hogar en La Plata.



Fuente: elaboración propia sobre encuestas relevadas en la ciudad de La Plata.

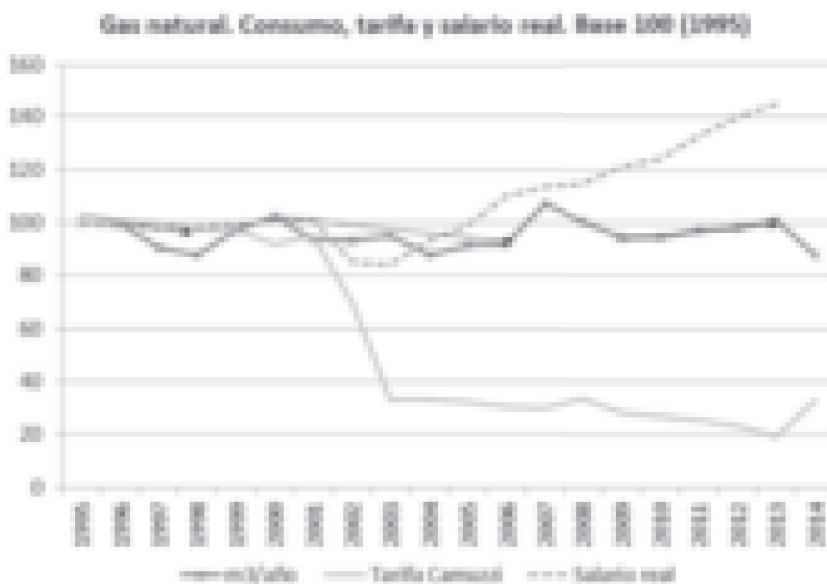
consume menos de 500 m³/año y un 22,49 % consume más de 1800 m³/año. La media calculada para la muestra fue de 1352 m³/año.

El promedio de consumo, según la cantidad de personas por hogar, es de 662 m³/año para hogares unipersonales y 1.607 m³/año para los hogares de cuatro personas (**figura 6**). Dichos valores fueron calculados a partir de 350 encuestas detalladas, desarrolladas en la ciudad de La Plata en el año 2014-2015⁶. Por lo tanto, se puede inferir que el histograma de la **figura 5** denota que la mayoría de los usuarios consume dentro de un rango que puede asociarse con los tipos de hogares que se encuentran con mayor frecuencia en la ciudad y que son aquellos conformados por entre una y cuatro personas⁷. Por su parte, los usuarios que demandan por encima de los 2000 m³/año (17,22%) podrían asociarse con hogares con alta cantidad de personas u hogares donde se podrían encontrar sobreconsumo, actividades productivas o de servicios no declaradas.

⁶ La encuesta se enmarca bajo el proyecto de investigación "Construcción de escenarios urbanos a partir de un diagnóstico energético-ambiental". PICT 2012-2172.

⁷ Un 84,42 % de los hogares de la ciudad de La Plata tienen entre una y cuatro personas. La distribución de los hogares presenta las siguientes proporciones: una persona 22,05 %; dos personas 48,31 %, tres personas 67,54 %, cuatro personas 84,42 %, más de cuatro personas 15,58 por ciento.

Figura 7. Evolución del consumo de gas por usuario para la ciudad de La Plata, la tarifa R1 en dicha ciudad y el salario real para todo el país.



Fuente:Elaboración propia sobre Camuzzi S.A. (2016), ENARGAS (2016b) y Ministerio de Trabajo (2014)

También, se analizó la incidencia de la variación de la tarifa del servicio y el salario real en el uso de gas natural por red en la ciudad de La Plata (Camuzzi S.A., 2016; Ministerio de Trabajo, 2014; ENARGAS, 2016b), con una serie que cubre el período 1995-2014. Tal como se aprecia en la **figura 7**, no se encuentran patrones claros en cuanto a los incrementos en la demanda que acompañen la fuerte baja en la tarifa ocurrida luego del año 2002. Si bien se reitera lo detectado en la evolución de la demanda nacional (**figura 4**) en la cual se detectaban tres períodos diferenciados de alzas y bajas, el consumo no tiene variaciones sustanciales. Por lo tanto, en la **figura 7** se observa que la evolución de la tarifa y del salario real no generó un cambio significativo en la demanda de gas natural por usuario.

Tal como se observa en el gráfico, para el año 2003 la tarifa alcanzó un valor aproximado del 33,16 % respecto de la de la década de los noventa, y continuó cayendo durante los siguientes años, sin embargo la demanda promedio por usuario no sufrió cambios significativos. Esto se vio acompañado también por una mejora en el salario real de la población, cuestión que podría haber derivado en la incorporación de mayor cantidad de equipos de

climatización, o en la sustitución de equipamiento individual por sistemas de calefacción central que abastezcan a toda la vivienda, o incluso podría haberse visto reflejado en mayores tiempos de uso del equipamiento producto de una mayor capacidad de pago del servicio. Sin embargo el consumo de gas natural, al menos en la ciudad de La Plata, se mantuvo dentro de un rango estable sin claras tendencias de aceleración en el crecimiento. Por lo tanto, en este caso, no podemos afirmar que el abaratamiento de la tarifa derive en incrementos significativos de la demanda por usuario.

Conclusiones

A partir del análisis realizado de la demanda nacional de gas natural residencia, se han podido obtener algunas conclusiones. En principio se verificó una relación directa entre la demanda y la condición climática de cada provincia. Se detectó una fuerte correlación entre los grados día de calefacción de la ciudad más poblada de cada provincia y la demanda de gas. Dicha correlación indica que a medida que la condición climática es más fría, el consumo de gas por grado día se incrementa proporcionalmente. Esto se fundamenta a partir de contar con, menor ganancia solar, menor inercia térmica en los elementos básicos, mayor tiempo de permanencia en el hogar, mayores infiltraciones e ineficiencia en la envolvente edilicia, entre otros aspectos. Por ende, la comparación entre provincias o ciudades tiene que ser cuidadosa, tanto cuando se considera el consumo promedio por usuario como así también cuando se utiliza el consumo específico (promedio por usuario por cada grado día), dado que cada condición particular determina diferentes necesidades. Asimismo se detectó que en la serie temporal 1993-2012 el consumo promedio por usuario no registró variaciones significativas, si bien se encontraron períodos de retracción y luego crecimiento en el uso de energía calórica, las variaciones se mantuvieron dentro de márgenes estrechos. En tanto, el estudio detallado de la distribución de usuarios en una localidad específica, arrojó que la mayoría de los usuarios en la ciudad de La Plata se encuentra dentro de un rango de consumo promedio que se corresponde con la frecuencia de aparición de los distintos tipos de tamaños de viviendas. En tanto, se cruzó la información del consumo por usuario de la ciudad con la tarifa y el salario real en una serie temporal entre 1995 y 2014, encontrando que en los puntos de inflexión más importantes en cuanto a tarifa y salario, no se encuentran quiebres representativos en el uso de gas, significando esto que el uso de gas natural por red presenta una demanda inelástica.

A modo de cierre, el trabajo ha permitido tener un panorama acerca de la demanda de gas natural, haciendo hincapié en el sector residencial, el cual permitió comprender la incidencia territorial y climática. A su vez se analizaron series temporales que aportaron información acerca de las trayectorias en el consumo de los usuarios durante los últimos años, cuestiones que entendemos son de utilidad para contribuir al debate actual acerca del consumo energético residencial en la República Argentina.

Agradecimientos

El presente trabajo fue posible gracias al soporte económico de una beca doctoral otorgada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina, como así también por el aporte de diferentes proyectos de investigación otorgados por CONICET, ANPyCT y UNLP.

Bibliografía

- Azpiazu, D. (2008). Concentración y centralización del capital en el mercado eléctrico Argentino. *Realidad Económica*, 233. IADE, Bs As.
- Barrera, M. (2013). *Análisis del proceso de fragmentación y privatización de YPF un estudio de su transformación y del consecuente impacto en el mercado ampliado de hidrocarburos en Argentina, 1989 – 2011*. Tesis (Doctor en Ciencias Sociales). Buenos Aires: FLACSO.
- Basualdo, E. (2002). *El proceso de privatización en la Argentina. La renegociación con las empresas privatizadas. Revisión contractual y supresión de privilegios y rentas extraordinarias*. Quilmes: Editorial UNQ.
- Camuzzi S.A. (2016). *Base de datos con información anónima de 17.118 medidores de gas natural residencial de la ciudad de La Plata y serie temporal 1995-2014*. Ensenada: Camuzzi Gas Pampeana S.A.
- Carlino, H. Coord. (2007). *2da Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- ENARGAS (2016a). *Datos Operativos* [En línea] [Fecha de consulta: 15 de junio de 2016]. Disponible en: <http://www.enargas.gov.ar/DatosOper/Indice.php>
- ENARGAS (2016). *Precios y Tarifas. Cuadros Tarifarios vigentes*. [En línea] [Fecha de consulta: 18 de junio de 2016]. Disponible en: <http://www.enargas.gov.ar/Tarifas/Index.php>
- Filippín, C. (2005). Energy use of buildings in Central Argentina. *Journal of Building Physics*, Vol. 29, No. 1, 2005, pp. 69-89.
- Fundación Bariloche (2007). *Asistencia Técnica para la elaboración del "Plan Estratégico de Energía de la República Argentina"*. Buenos Aires: IDEE/FB.
- Fundación Bariloche (2008a). *Estudio Prospectiva de la Demanda de Energía de República Dominicana*. Bariloche: IDEE/FB.
- Fundación Bariloche (2008b). *Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional solicitado por el Ministerio de Industria, Energía y Minería de la República Oriental del Uruguay*. Montevideo: Ministerio de Industria Energía y Minería.

- Furlán, A. (2014). *La crisis del sistema eléctrico en la Argentina de la posconvertibilidad: el caso de la articulación geoeconómica crítica de la Costa Atlántica bonaerense*. Tesis de doctorado en Geografía de la UNLP. La Plata, Universidad Nacional de La Plata.
- Garrido, S. (2016). Energías renovables y geopolítica. En: GUZOWSKI, C. (coord.), *Políticas de promoción de las Energías Renovables*. Bahía Blanca: EDIUNS.
- González, A. D.; Crivelli, E. y Gortari, S. (2006). Eficiencia en el uso del gas en viviendas unifamiliares de Bariloche. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 10, pp. 07.01-07.08.
- González, A. D. (2008). Aumento de eficiencia térmica en la ciudad de Bariloche: propuesta de plan de mejoras con dirección de subsidios a la inversión, y no al consumo. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 12, pp. 07.57-07.64.
- IAS (1983). *Programa de conservación de la energía en la vivienda. Plan piloto de evaluaciones energéticas en la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires. Audibaires. Contrato Secretaría de Energía N° 1.399/83*. La Plata: Instituto de Arquitectura Solar.
- IDEA (2016). *Balances de energía final (1990-2014)*. Madrid: Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía, Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- IDEHAB (1987a). *Plan Piloto de Evaluaciones Energéticas de la Zona Capital Federal y Gran Buenos Aires (orientado a consumidores de Gas Envasado). Extensión del Programa AUDIBAIRES, Contrato SE N1 1399/83 (1983/87)*. La Plata: Instituto de Estudios del Hábitat.
- IDEHAB (1987b). *Plan Integral de Conservación de la Energía para la Micro-región de Río Turbio, Provincia de Santa Cruz. Expte.: 27496/85 SE; Res. SE N1156/87*. La Plata.
- IDEHAB (1989). *Mejoramiento de las condiciones energéticas y de habitabilidad del hábitat bonaerense*. La Plata: CONICET Expte: 03662/89.
- IDEHAB (2005). *Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. La Plata: Instituto de Estudios del Hábitat. Disponible en: <http://iipacfa.wixsite.com/unlp/libros>
- IRAM (2012). *Norma 11603. Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Tercera edición*. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización.
- IRAM (2002). *Norma 11549. Aislamiento térmico de edificios. Vocabulario. Tercera edición*. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización.
- Jacob, S. B.; Strack, J. L.; Branda, J. y Suárez, J. A. (2012). Evaluación del consumo eléctrico en el sector residencial de Mar del Plata. Propuestas de ahorro y eficiencia energética. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 16, pp. 06.65-06.72.
- Jacob, S. B.; Strack, J. L.; Branda, J.; Murcia, G. J. y Suárez, J. A. (2013). Evaluación del consumo eléctrico en el sector residencial de Mar del Plata. Aspectos económicos y ambientales. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 17, pp. 01.35-01.42.

- Kozulj, R. y Bravo, V (1993). *La Política de Desregulación Petrolera Argentina y sus Impactos*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina. Colección de Bibliotecas Universitarias.
- Margulis, D. (2014). *Análisis de los determinantes de la demanda residencial de energía eléctrica en Argentina*. Tesis de la maestría interdisciplinaria en energía. Buenos Aires: Centro de Estudios en Actividad Regulatoria Energética de la UBA.
- Martini, I. (2013). *Construcción de escenarios urbanos orientados al mejoramiento energético de los sectores residencial y transporte*. Proyecto UNLP 2014-2017. Directora del proyecto: Dra. Irene Martini. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Mercado, V.; Esteves, A. y Filippín, C. (2008). Estrategias bioclimáticas en viviendas de índole social en Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 12, pp. 05.129-05.136.
- Ministerio de Trabajo (2014). *Seguimiento de la evolución de precios y salarios*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Disponible en: http://www.trabajo.gob.ar/downloads/destacados/140123_precios-y-salario.pdf
- Rosenfeld, E. (1999). *Políticas de uso racional de la energía en el área metropolitana y sus efectos en la dimensión ambiental*. URE AM (2000/2002). La Plata, PIP CONICET 4717.
- Rosenfeld, E.; Fabris, A.; Ravella, O.; Pasimanik, G.; Czajkowski, J.; San Juan, G.; Sagasti, C. y Discoli, C. (1987a) Evaluación de las características térmicas y prácticas de uso de las viviendas urbanas del Área Metropolitana. *Actas 12ª Reunión de Trabajo de ASADES*, Capital Federal.
- Rosenfeld, E.; Ravella, O.; Fabris, A.; Discoli, C.; Lozano, S.; Martínez, S.; Ferreyro, C.; Czajkowski, J.; Sagasti, C.; San Juan, G.; Di Costanzo, N.; Fontana, M.; Pracchia, J. y Gómez, A. (1987b). Plan Integral de Conservación de Energía para la Micro-región de Río Turbio. Primera Etapa. *Actas 12ª Reunión de Trabajo de ASADES*, Capital Federal.
- Rosenfeld, E.; Fabris, A.; Ravella, O.; Discoli, C.; Lozano, S.; Martínez, S.; Pracchia, J.; San Juan, G.; Sagasti, C.; Czajkowski, J.; Ferreyro, C.; Gómez, A.; Fontana, M. y Rosenfeld, Y. (1988). Consumo y conservación de la energía en el sector residencial de la Villa Minera de Río Turbio. *Actas 13ª Reunión de Trabajo de ASADES*, Tomo 2, pp. 273-280.
- Rosenfeld, E.; Ravella, O.; Fabris, A.; Discoli, C.; Ferreyro, C.; Czajkowski, J. y San Juan, G. (1989). Audibaires project: energy improvement in urban domestic and tertiary sector of the Buenos Aires Metropolitan Area. En: *2nd European Conference on Architecture*. UNESCO. París.
- Rosenfeld, E.; Ravella, O.; Discoli, C. y San Juan, G. (1990). Mejoramiento energético-ambiental en los núcleos urbanos de la microregión de Río Turbio II. *Congreso de Geógrafos de América Latina*. Montevideo, Uruguay.
- Rosenfeld, E.; Ravella, O.; Discoli, C.; Ferreyro, C.; Czajkowski, J.; San Juan, G.; Gómez A. y Rosenfeld, Y. (1992). Energy consumption in the residential sector of the metropolitan área. *World Building Congress CIB-92*. Montreal, Canadá.

- Rotaecche, L. (2014). *Energías renovables en Argentina, una propuesta para su desarrollo*. Buenos Aires: Dunken.
- Sabbatella, I. (2013). *¿Commodities o bienes estratégicos para el crecimiento económico? La ecología política del petróleo y gas en la etapa posneoliberal*. Tesis de doctorado en Ciencias Sociales de la UBA, Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires.
- Tanides, C. Coord (2013). *Escenarios energéticos para la Argentina (2013-2030) con políticas de eficiencia*. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre.
- U.S. Energy Information Agency (2015). *Drivers of U.S. Household Energy Consumption, 1980-2009*. Washington DC: U.S. Department of Energy.
- U.S. Energy Information Agency (2016). *State Energy Data System (SEDS): 1960-2014 (complete)*. Washington, DC: Energy Information Administration U.S. Department of Energy. Disponible en: <http://www.eia.gov/state/seds/seds-data-complete.cfm?sid=US>
- Vagge, C.; Filippín, C. y Czajkowski, J. (2008). Auditorías energéticas en Santa Rosa, La Pampa. Análisis del comportamiento energético y consumo de gas natural en edificio de vivienda multifamiliar. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 12, pp. 05.57-05.64.